

EFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA Y EL CONTROL DE LAS MALEZAS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL ARROZ

(*Oryza sativa* L.)¹

Effect of nitrogen fertilization and weed control on rice grain yield

Roberto Alvarado A.², Juan Ormeño N.², Carlos Cisternas V.²

SUMMARY

Present high yielding cultivars available to farmers in Chile are not seriously affected by insects, pests or diseases that might be limiting grain production. Nitrogen fertilization and weed control practices are the two principal rice production constraints in the country. In this study, the effect of both agronomic practices on grain yield of the three principal cultivars, during two crop season at several locations, is analyzed.

Results obtained indicate that the economic yield potential is 6.6 ton/ha, which is only possible to obtain when both nitrogen fertilization and weed control are complementarily used. Appreciable yield reductions are produced when either of them is omitted.

INTRODUCCION

Actualmente en el país se dispone de variedades de arroz de alto potencial de rendimiento, que hasta la fecha no han mostrado síntomas de daño de plagas y/o enfermedades que limiten seriamente su producción (Alvarado y otros, 1982).

El manejo agronómico es determinante para optimizar los rendimientos en grano de las variedades mejoradas. Los factores de manejo que se consideran más limitantes y que se han evaluado y estudiado en forma más consistente son la fertilización nitrogenada y el control de las malezas. Se ha obtenido incrementos de hasta un 87% con la aplicación de nitrógeno (Rojas y Alvarado, 1982) y medido pérdidas de hasta un 52% en rendimiento por efecto de la competencia de malezas (Ormeño, 1983), así como disminución de la calidad del arroz (Sims y Alvarado, 1972)

En cereales, se han publicado suficientes antecedentes para señalar que ambas prácticas de manejo normalmente están altamente asociadas (Bolton, 1979) y que la optimización del rendimiento sólo se consigue utilizándolas conjuntamente. Aún más, Vega y Paller (1975) afirman que, en suelos muy enmalezados, la aplicación de fertilizantes favorece más a las malezas que al cultivo del arroz y De Datta (1981) informa que ellas tienen una mayor capacidad de absorción de nutrientes que las plantas de arroz. Estos antecedentes indican que es importante conocer la respuesta de las plantas, tanto a la fertilización nitrogenada como al control de malezas, para determinar los niveles de rendimiento.

El objeto de este estudio fue cuantificar y determinar la incidencia y el grado de asociación de la fertilización nitrogenada y el control de malezas, respectivamente, sobre el cultivo del arroz en la área centro sur de Chile. En el presente artículo sólo se presenta el efecto sobre el rendimiento, utilizando los tres cultivares actualmente comercializados en el país.

MATERIALES Y METODOS

En la temporada agrícola 1981/82, se estableció un ensayo consistente en la siembra de los cultivares Quel-

¹ Recepción de originales: 30 de septiembre de 1983.

Trabajo presentado a las XXXIV Jornadas Agronómicas, Chillán, 1983.

² Estación Experimental Quilmapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

Ila-INIA, Diamante-INIA y Oro, con y sin aplicación de nitrógeno y con y sin control de malezas. El ensayo se ubicó en Parral, sector Unicavem (camino Parral-Cauquenes) y en Chillán, Estación Experimental Quilmapu. Durante la temproada 1982/83, se estableció un ensayo similar al anterior en Chillán, Estación Experimental Quilmapu; además, se sembraron los cultivares Quella-INIA y Diamante-INIA, con y sin aplicación de nitrógeno y con y sin control de malezas, en Parral, sector Unicavem, y en Talca, sector Lo Patricio (Pelarco).

La dosis de semilla utilizada fue de 160 kg/ha, el nitrógeno fue aplicado en forma de urea (46% de N), de acuerdo al análisis de suelo, y el control de malezas se realizó utilizando Molinate granulado (Ordram 10G), en dosis de 4 kg/ha de activo, para controlar gramíneas, y Bentazon (Basagrán 49% de o), en dosis de 2 kg/ha de activo, para controlar malezas de hoja ancha.

En Chillán, en ambas temporadas, y en Parral, durante 1981/82, se utilizó un arreglo factorial 3 x 2 x 2 (tres cultivares x con y sin control de malezas x con y sin aplicación de fertilizantes) y en Parral y Talca, en la temporada 1982/83, se utilizó un arreglo factorial 2 x 2 x 2 (dos cultivares x con y sin control de malezas x con y sin aplicación de fertilizantes).

Durante las fases de desarrollo, máxima macolla, floración, grano lechoso y madurez, se efectuaron muestreos de plantas utilizando un marco de 0,5 x 0,5 m, determinándose el tipo, número y la materia seca de las plantas cultivadas y de las malezas. Los valores de rendimiento se obtuvieron de una superficie de 18 m² en 1981/82, y de 9 m², en 1982/83.

El tamaño de las parcelas, las operaciones de manejo y fechas de muestreos que se realizaron durante las dos temporadas de ensayos se presentan en el Cuadro 1.

Al arroz cosechado se le tomó la humedad al momento del pesaje y los rendimientos se expresan en qq/ha, de arroz con un 14% de humedad. Los resultados se analizaron estadísticamente y se aplicó la prueba F.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los rendimientos obtenidos, por cultivar, tratamiento, localidad y año, se observan en el Cuadro 2 y los niveles de significancia, para los tratamientos e interacciones, se presentan en el Cuadro 3.

Sólo en los ensayos establecidos durante 1982/83 en Chillán y Parral no se observó diferencias significativas con ninguno de los factores estudiados en forma individual. El ensayo de Parral 1982/83 fue sembrado tarde y además tuvo un manejo del agua deficiente, lo que influyó para que no se presentaran respuestas significativas a estas dos prácticas. Este manejo produjo una biomasa de malezas expresadas en peso seco de 123 g/m² a máxima macolla, la que es un 43% superior a la mayor biomasa de malezas obtenida en los otros ensayos, en la misma fase de desarrollo. En Chillán, probablemente fue efecto de suelo, ya que en un sector del ensayo, las plantas de arroz mostraron síntomas de deficiencia de nitrógeno, aún en parcelas que tenían aplicación de este elemento, lo que explicaría el alto coeficiente de variación del ensayo (Cuadro 3).

Variedades

En relación a los cultivares, se observa que éstos no presentaron diferencias estadísticas en ningún año ni localidad (Cuadro 3) y los tres presentaron rendimientos potenciales promedios mayores a 50 qq/ha (Cuadro 4). Estos resultados confirman los publicados anteriormente (Alvarado y otros, 1982), que presentan

CUADRO 1. Algunas prácticas de manejo realizadas en los ensayos

TABLE 1. Some management practices carried out in the experiments

Operaciones	1981/82		1982/83		
	Chillán	Parral	Chillán	Parral	Talca
Siembra					
Fecha siembra	06.11.81	05.11.81	19.10.82	18.11.82	03.11.82
Tamaño parcela (m)	7 x 10	7 x 10	7 x 7	7 x 6	7 x 6
Fertilización N (kg/ha)					
Siembra	60	60	60	---	60
Macolla	60	90	60	80	60
Fechas aplicación herbicidas					
Molinate	25.11.81	24.11.81	18.10.82	17.11.82	29.10.82
Bentazón	10.12.81	16.12.81	---	10.12.82	---
Bentazón + MCPA	---	---	06.12.82	---	02.11.82

CUADRO 2. Rendimiento promedio (qq/ha, 14^o/o de humedad) de tres cultivares de arroz, obtenidos con y sin aplicación de nitrógeno y con y sin control de malezas**TABLE 2. Average yield (quintals/ha, 14^o/o moisture) of three rice cultivars, with and without nitrogen fertilization and with and without weed control**

Localidad y año	Cultivar	TRATAMIENTOS*			
		No CMo	No CM ₁	N ₁ CMo	N ₁ CM ₁
1981–1982					
Chillán	Quella–INIA	54,2	82,7	66,9	89,3
	Oro	44,9	67,1	64,1	81,7
	Diamante–INIA	64,6	70,1	63,2	84,3
Parral	Quella–INIA	24,1	33,9	35,5	67,9
	Oro	17,2	20,1	38,9	48,6
	Diamante–INIA	19,7	33,8	38,5	49,1
1982–1983					
Chillán	Quella–INIA	70,0	76,7	44,4	78,1
	Oro	61,1	78,9	67,0	80,2
	Diamante–INIA	68,5	43,2	62,5	67,3
Parral	Quella–INIA	21,7	40,9	45,4	40,9
	Diamante–INIA	32,6	38,1	33,3	32,0
Talca	Quella–INIA	47,1	58,6	56,1	64,2
	Diamante–INIA	49,2	67,6	57,2	76,8
PROMEDIO		44,2	54,7	51,8	66,2

* No = Sin nitrógeno; CMo = Sin control de malezas; N₁ = Con nitrógeno según análisis de suelo; CM₁ = Control total de malezas.

CUADRO 3. Niveles de significancia obtenidos en cada localidad según la prueba de F y coeficientes de variación de todos los ensayos**TABLE 3. Significant levels and coefficient of variation of the experiments**

Tratamientos	1981/82		1982/83		
	Chillán	Parral	Chillán	Parral	Talca
Variedad (V)	—	—	—	—	—
Nitrógeno (N)	*	**	—	—	*
Malezas (M)	**	**	—	—	**
V x N	—	—	—	—	—
V x M	—	—	—	—	—
N x M	—	—	—	*	—
V x N x M	—	—	—	—	—
Coefficientes de variación	21,07	30,5	34,7	23,20	11,82

*significancia 5^o/o; ** significancia al 1^o/o.

a los tres cultivares como de alto potencial de rendimiento.

Nitrógeno

La respuesta a nitrógeno fue significativa en tres de los cinco ensayos y los promedios obtenidos, con y sin aplicación, se pueden observar en el Cuadro 5.

La aplicación de nitrógeno produjo aumentos de rendimiento, que en Parral variaron entre un 13,8^o/o (1982/83) a un 87,1^o/o (1981/82). En Chillán, el aumento fue de un 14,7^o/o durante la temporada 1981/82, no produciéndose aumento durante la siguiente temporada (1982/83). En Talca, el aumento promedio debido a nitrógeno alcanzó a un 14,4^o/o.

En general, los aumentos promedios aparecen relativamente bajos, si los comparamos con respuestas a nitrógeno obtenidas anteriormente; pero de todas formas los rangos de respuesta encontrados se encuentran dentro de los informados en otros trabajos (Rojas y Alvarado, 1982). Estos autores afirman que uno de los factores que limita la respuesta al nitrógeno es el efecto de secas, situación que se presentó en el ensayo realizado en Parral en 1982/83.

CUADRO 4. Rendimientos promedios (qq/ha, 14% de humedad) de tres cultivares de arroz en dos temporadas

TABLE 4. Average yield (quintals/ha, 14% moisture) of three rice cultivars

Cultivares	1981/82		1982/83			Promedio
	Chillán	Parral	Chillán	Parral	Talca	
Quella—INIA	73,3	40,4	67,3	37,3	56,6	55,0
Oro	64,4	31,2	71,8	—	—	55,6
Diamante—INIA	70,6	35,3	60,4	34,0	62,7	52,5

CUADRO 5. Rendimientos promedios (qq/ha, 14% de humedad) de arroz con y sin aplicación de nitrógeno en dos temporadas

TABLE 5. Rice average yield (quintals/ha, 14% moisture) with and without nitrogen fertilization

Aplicación de nitrógeno	1981/82		1982/83			Promedio
	Chillán	Parral	Chillán	Parral	Talca	
SIN	63,9*	24,8*	66,4	33,3	55,6*	49,6
CON	74,9	46,4	66,6	37,9	63,6	57,1

* Columnas en que la respuesta a nitrógeno fue significativa, según Prueba de F al 5%.o.

Malezas

El efecto de las malezas sobre el rendimiento fue altamente significativo en general, durante la temporada 1981/82, y en Talca, en la temporada 1982/83. En el Cuadro 6 se puede apreciar este efecto.

Las pérdidas promedios por localidad causadas por malezas, variaron entre 23,0% y 28,7%, con un promedio de 26,3%. Esto viene a confirmar nuevamente la importancia que el control de ellas reviste en la producción de arroz. Con control de malezas se produjo un aumento promedio mayor (27,1%) que con aplicación de fertilizante nitrogenado (15,1%).

Nitrógeno y malezas

Al comparar los efectos de la aplicación de una técnica en ausencia de la otra, vemos que se producen en promedio aumentos en los rendimientos, que alcanzan a 23,8% y un 17,1%, para control de malezas y fertilización nitrogenada, respectivamente. La aplicación conjunta de ellas produce un aumento promedio de 50,0%, en relación al testigo sin aplicación de nitrógeno y sin control de malezas (Cuadro 2). La ausencia de interacción estadísticamente significativa

entre control de malezas y fertilización nitrogenada (Cuadro 2), podría indicar que los efectos de ellos son de tipo aditivo, por lo que se obtiene la mayor producción utilizando estas dos prácticas en forma conjunta.

La aplicación de nitrógeno en ausencia de control de malezas, produjo un aumento en la materia seca de las malezas equivalente a un 12% en el estado de máxima macolla, lo que podría explicar el menor aumento en los rendimientos cuando se utiliza sólo fertilización (Cuadro 7).

Estos resultados indican que, para obtener altos rendimientos, existe potencial genético expresado en las variedades actuales, señalando que los bajos rendimientos promedios obtenidos en el país pudiesen explicarse por las prácticas deficientes de manejo agronómico que se realizan en los arrozales.

Siguiendo el criterio de análisis de Bolton (1979), asumiremos que el rendimiento actual o real del arroz es el obtenido sin aplicación de fertilizantes ni control de malezas (tratamiento testigo) y que alcanza a 44,2 qq/ha. El rendimiento real es el resultado de la interacción entre las características genéticas con las condiciones del ambiente en que se desarrolla el cultivo

CUADRO 6. Rendimiento promedio (qq/ha, 14^o/o de humedad) en arroz obtenidos con y sin control de malezas

TABLE 6. Rice average yield (quintals/ha, 14^o/o moisture) with and without weed control

Control de malezas	1981/82		1982/83			Promedio
	Chillán	Parral	Chillán	Parral	Talca	
SIN	59,7*	29,0*	62,2	33,3	52,5*	46,7
CON	79,2	42,2	70,7	38,0	66,8	59,4

* Columnas en que la respuesta al control de malezas fue significativa, según Prueba de F al 5^o/o.

y las prácticas de manejo a que es sometido. El rendimiento potencial, según Bolton (1979), es el que alcanza el cultivo con la aplicación de las técnicas económicas que son posibles de realizar a nivel de campo y estaría limitado por las condiciones ambientales en que se desarrolla el cultivo. Utilizando los resultados obtenidos, éste alcanza a 66,2 qq/ha, que es el promedio de las tres variedades con aplicación de nitrógeno y control de malezas, durante las dos temporadas y en las tres localidades (Cuadro 2).

El rendimiento diferencial alcanza a 22,0 qq/ha, que es el equivalente a un 49,8^o/o del rendimiento real o actual. Esta diferencia entre rendimiento potencial y rendimiento real, podemos asumir que es debida a limitantes técnicas del manejo, principalmente control de malezas y fertilización, cuya aplicación o no aplicación debe estar limitada por las condiciones socioeconómicas de cada agricultor.

CUADRO 7. Peso seco promedio de malezas (g/m²) obtenido con y sin aplicación de nitrógeno y con y sin control de malezas

TABLE 7. Weed average dry matter (g/m²), with and without nitrogen fertilization and with and without weed control

Tratamientos	Peso seco malezas ¹
No CMo	100,6
No CM1	42,6
N1, CMo	112,0
N1, CM1	31,2

¹ Promedios obtenidos de todos los ensayos con el arroz al estado de máxima macolla.

RESUMEN

En el país se dispone de variedades de alto potencial de rendimiento, que hasta la fecha no han mostrado síntomas de daños producidos por plagas y/o enfermedades, que limiten seriamente su producción. La fertilización nitrogenada y el control de las malezas son las dos prácticas de manejo que más influyen en la producción de arroz. En este estudio se analizan y discuten el efecto en conjunto que estas dos variables ejercen sobre el rendimiento en grano de los tres principales cultivares de arroz que se siembran en Chile.

Los resultados obtenidos, en tres localidades durante las temporadas 1981/82 y 1982/83, permiten concluir que el potencial de producción económicamente alcanzable es de 66,0 qq/ha, el que se logra utilizando complementariamente ambas prácticas de manejo, aunque no se detectó interacción entre ambas prácticas. La utilización separada de cada una de ellas permite alcanzar niveles de producción similares entre sí y superiores al testigo, pero muy por debajo del potencial.

LITERATURA CITADA

-
- ALVARADO, R.; MALDONADO, I.; ORMEÑO, J. y ROJAS, C. 1982. Investigación en arroz. *El Campesino* (Chile) CXIII (7): 22-38.
- BOLTON, F.E. 1979. Agronomic yield constraints in rainfed cereal production systems, En: *The gap between present farm yield and the potential*, 5th Cereals Workshop. Ministère de l'Agriculture et de la Revolution Agraire. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Algiers, Algeria, May 5-9. Vol. II. p: 2-16.
- DE DATTA, S.K. 1981. Principles and practices of rice production. John Wiley, New York. 618 p.
- ORMEÑO, J. 1983. Control de malezas en el cultivo del arroz. En: *Análisis Técnico Económico del cultivo del arroz*. Pontificia Universidad Católica, Programa de Seminarios, Santiago (Chile). p: 30-40.
- ROJAS, C. y ALVARADO, R. 1982. Fertilización nitrogenada y fosfatada en arroz en la región centro sur de Chile. Efecto sobre los rendimientos en grano. *Agricultura Técnica* (Chile) 42 (1): 15-21.
- SIMS, G. y ALVARADO, R. 1972. Manual del Arroz. SAG-INIA. Estación Experimental Quilamapu. Boletín Técnico Nº 54. 127 p.
- VEGA, M.R. y PALLER, E.C. 1975. Malas hierbas y como combatirlas. En: *El cultivo del arroz, manual de producción*. Universidad de Filipinas-IRRI. México, Editorial Limusa p: 177-199.